

Leitlinien Unfallchirurgie © DGU Leitlinien Kommission Berlin 2018

AWMF-Register-Nr. 012/029

ICD S83.54 (akut), M23.54 (chronisch)

Erarbeitet im Expertenkonsens S1

Letztes Bearbeitungsdatum: 22.7.2018

Gültig bis 22.7.2023

Genehmigung durch Vorstand der DGU am 3.8.2018

Korrespondenz: Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer

E-Mail: office@dgu-online.de



Hintere Kreuzbandruptur

Federführender Autor: Prof. Dr. Martin Wachowski (Göttingen)

Leitlinienkommission

der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU)

in Zusammenarbeit mit der

Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU)

Prof. Dr. Klaus Michael Stürmer (Leiter)	Göttingen
Prof. Dr. Felix Bonnaire (Stellv. Leiter)	Dresden
Prof. Dr. Klaus Dresing	Göttingen
Prof. Dr. Karl-Heinz Frosch	Hamburg
Prof. Dr. Thomas Gösling	Braunschweig
Prof. Dr. Lars Grossterlinden	Hamburg
Dr. Maximilian Heitmann	Hamburg
Dr. Rainer Kübke	Berlin
Prof. Dr. Philipp Lobenhoffer	Hannover
Dr. Lutz Mahlke	Paderborn
Prof. Dr. Ingo Marzi	Frankfurt
Prof. Dr. Norbert M. Meenen	Hamburg
Dr. Christoph Obermeyer	Kassel
PD Dr. Oliver Pieske	Oldenburg
Prof. Dr. Gerhard Schmidmaier	Heidelberg
PD Dr. Dorien Schneidmüller	Murnau
Prof. Dr. Franz Josef Seibert (ÖGU)	Graz
Dr. Philipp Wilde	Wiesbaden

konsentiert mit der

Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und
Orthopädische Chirurgie (DGOOC)

Leiter: Prof. Dr. Andreas Roth, Leipzig

Unfallchirurgische Leitlinien für Diagnostik und Therapie

PRÄAMBEL

Die Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V. (DGU) gibt seit 1996 als wissenschaftliche Fachgesellschaft Leitlinien für die unfallchirurgische Diagnostik und Therapie heraus. Diese Leitlinien werden von der Kommission Leitlinien in Zusammenarbeit mit der Österreichischen Gesellschaft für Unfallchirurgie (ÖGU) formuliert und zusammen mit dem Geschäftsführenden Vorstand der DGU verabschiedet. Die Leitlinien werden mit der Leitlinienkommission der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie (DGOOC) konsentiert.

Die Leitlinien sind auf der Homepage der Arbeitsgemeinschaft Medizinisch Wissenschaftlicher Fachgesellschaften AWMF publiziert (awmf.org). Die Liste aller aktuellen DGU-Leitlinien findet sich auf der Homepage der DGU mit einem jeweiligen Link zur betreffenden Seite der AWMF (dgu-online.de).

Leitlinien können wegen des rasanten Wachstums des medizinischen Wissens und seiner relativ kurzen Halbwertszeit immer nur eine Momentaufnahme sein. Daher hat sich die AWMF darauf geeinigt, dass Leitlinien alle 5 Jahre überarbeitet werden sollen. Danach gilt die Gültigkeit dieser Leitlinien als abgelaufen.

Die Leitlinienkommission der DGU arbeitet ständig an der Novellierung ihrer Leitlinien, kann aber die 5-Jahresfrist nicht immer einhalten. Daher sollte bei jeder konkreten Anwendung einer Leitlinie geprüft werden, ob die betreffende Aussage noch dem aktuellen Stand des Wissens entspricht. Das gilt auch schon vor Ablauf der 5-Jahresfrist. Die Erfahrung der Leitlinienkommission mit Novellierungen hat gezeigt, dass sich die notwendigen Änderungen nach 5 Jahren meist auf die Indikationen und die Operationsverfahren beziehen. Der weit überwiegende Inhalt der Leitlinien hat dagegen lange Bestand.

Die Methodik der Leitlinienentwicklung und das Verfahren der Konsensbildung sind in einer gesonderten Ausarbeitung im Detail dargestellt, die jeder Leitlinie beigelegt ist. Der aktuelle Stand der Leitlinienentwicklung kann beim Leiter der Leitlinien-Kommission oder der Geschäftsstelle der DGU erfragt werden (office@dgu-online.de).

Leitlinien sollen Ärzten, Mitgliedern medizinischer Hilfsberufe, Patienten und interessierten Laien zur Information dienen und zur Qualitätssicherung beitragen. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass Leitlinien nicht in jeder Behandlungssituation uneingeschränkt anwendbar sind. Die Freiheit des ärztlichen Berufes kann und darf durch Leitlinien nicht eingeschränkt werden. Leitlinien sind daher Empfehlungen für ärztliches Handeln in charakteristischen Situationen. Im Einzelfall kann durchaus eine von den Leitlinien abweichende Diagnostik oder Therapie angezeigt sein. Leitlinien berücksichtigen in erster Linie ärztlich-wissenschaftliche und nicht wirtschaftliche Aspekte.

Die unfallchirurgischen Leitlinien werden nach Möglichkeit stichwortartig ausgearbeitet und sollen kein Ersatz für Lehrbücher oder Operationslehren sein. Daher sind die Leitlinien so kurz wie möglich gehalten. Begleitmaßnahmen wie die allgemeine präoperative Diagnostik oder die Indikation und Art einer eventuellen Thromboseprophylaxe oder Antibiotikatherapie werden nicht im Einzelnen beschrieben, sondern sind Gegenstand gesonderter Leitlinien. Die Behandlungsmethoden sind meist nur als kurze Bezeichnung und nicht mit Beschreibung der speziellen

Technik aufgeführt. Diese findet man in Operationslehen und aktuellen wissenschaftlichen Publikationen.

Die unfallchirurgischen Leitlinien sind nach einer einheitlichen Gliederung aufgebaut, so dass man bei allen Leitlinien z.B. unter Punkt 4 die Diagnostik mit ihren Unterpunkten findet. Dabei kann die Gliederung einzelner Leitlinien in den Unterpunkten sinnvoll angepasst werden.

Die Leitlinien sind so abgefasst, dass sie für die Zukunft Innovationen ermöglichen und auch seltene, aber im Einzelfall sinnvolle Verfahren abdecken. Die Entwicklung des medizinischen Wissens und der medizinischen Technik schreitet besonders auf dem Gebiet der Unfallchirurgie so rasch fort, dass die Leitlinien immer nur den momentanen Stand widerspiegeln.

Neue diagnostische und therapeutische Methoden, die in den vorliegenden Leitlinien nicht erwähnt werden, können sich zukünftig als sinnvoll erweisen und entsprechend Anwendung finden.

Die in den Leitlinien aufgeführten typischen Schwierigkeiten, Risiken und Komplikationsmöglichkeiten stellen naturgemäß keine vollständige Auflistung aller im Einzelfall möglichen Eventualitäten dar. Ihre Nennung weist darauf hin, dass sie auch trotz aller Sorgfalt des handelnden Arztes eintreten können und im Streitfall von einem Behandlungsfehler abzugrenzen sind. Es muss immer damit gerechnet werden, dass selbst bei strikter Anwendung der Leitlinien das erwünschte Behandlungsergebnis nicht erzielt werden kann.

Leitlinien basieren auf wissenschaftlich gesicherten Studienergebnissen und dem diagnostischen und therapeutischen Konsens derjenigen, die Leitlinien formulieren. Medizinische Lehrmeinung kann aber nie homogen sein. Dies wird auch dadurch dokumentiert, dass verschiedene wissenschaftliche Fachgesellschaften Leitlinien zu ähnlichen Themen mit gelegentlich unterschiedlichen Aussagen herausgeben.

Leitlinien oberhalb des Niveaus S1 basieren u.a. auf einer systematischen Literaturrecherche und -bewertung mit dem Ziel, bestimmte Aussagen Evidenz basiert treffen zu können. Der Evidenzgrad wird nach den DELBI-Kriterien ermittelt. Auf Grund des raschen medizinischen Fortschritts finden sich in der Unfallchirurgie leider nur relativ wenige evidenzbasierte Aussagen, weil diese aufwändige Forschungsarbeiten und Nachuntersuchungen über einen oft 10-jährigen oder noch längeren Zeitraum voraussetzen.

Bei fraglichen Behandlungsfehlern ist es Aufgabe des Gerichtsgutachters, den zum maßgeblichen Zeitpunkt geltenden Medizinischen Standard zu beschreiben und dem Gericht mitzuteilen. Die Funktion des fachspezifischen und erfahrenen Gutachters kann nicht durch Leitlinien ersetzt werden.

Univ.-Prof. Dr. med. Klaus Michael Stürmer

Göttingen, den 16. Mai 2018

Leiter der Leitlinien-Kommission
Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie e.V.

Schlüsselwörter

Anterolaterales Bündel, Arthrofibrose, Arthroskopie, arthroskopischer Kreuzbandersatz, Außenband, Bandverletzungen, Bündel, CRPS, Durchhangzeichen, Kniegelenk, Knieinstabilität, Kreuzbandverletzungen, Dash-Board-Injury, Godfrey Zeichen, Gracilissehne, hinteres Kreuzband, Innenband, Instabilität, Kernspintomographie, Lachman-Test, Meniskus, Meniskusrefixation, MRT, Knorpelverletzungen, Knieluxation, kombinierte posterolaterale Instabilität, nicht-operative Therapie, operative Therapie, Patellasehne, Patellafraktur, posterolateraler Komplex, posterolaterale Instabilität, posterolaterale Rotationsinstabilität, posterolaterale Verletzung, posteromediales Bündel, Quadrizeps-Kontraktions-Test, Quadrizepssehne, Röntgen, Schubladezeichen, Spontanverlauf, Semitendinosusehne, Sonographie, Thrombose

Key Words

anterolateral bundle, arthrofibrosis, arthroscopy, arthroscopic augmentation of cruciate ligament, bundle, cartilage injury, combined posterolateral instability, CRPS, cyclops syndrome, dash-board-injury, Godfrey sign, gracilis tendon, injury of the posterior cruciate ligament, instability, instability of the knee, knee dislocation, knee joint, Lachman test, ligament injury, magnetic resonance imaging, medial collateral ligament, meniscus, meniscus refixation, MRI, natural history, nonsurgical therapy, lateral collateral ligament, patella fracture, patella tendon, posterior cruciate ligament, posterior drawer sign, posterior sag, posterolateral complex, posterolateral instability, posterolateral injury, posterolateral rotational instability, posteromedial bundle, quadriceps active test, quadriceps tendon, semitendinosus tendon, sonography, surgical therapy, thrombosis, x-ray

1 Allgemeines

Die allgemeine Präambel für unfallchirurgische Leitlinien ist integraler Bestandteil der vorliegenden Leitlinie. Die Leitlinie darf nicht ohne Berücksichtigung dieser Präambel angewandt, publiziert oder vervielfältigt werden. Ebenso ist die Methodik der Leitlinienentwicklung und der Konsensfindung in einem gesonderten Schriftsatz dargestellt.

Diese Leitlinie bezieht sich auf Verletzungen bei Erwachsenen. Verletzungen des hinteren Kreuzbandes treten auch bei Kindern und Jugendlichen auf. Hier müssen auf Grund des Skelettwachstums spezielle Gesichtspunkte berücksichtigt werden, die nachfolgend nicht dargestellt werden.

1.1 Ätiologie und Epidemiologie

- Verletzungsmechanismen
 - Dorsaltranslation des Unterschenkels [55, 56]
 - ventraler Anprall in Beugung (z.B. Sport, „Dashboard-Injury“) [13, 53]
 - selten Hyperextension
 - Rotationsbewegungen oder Varus/Valgusstress eher nachrangig
- Verletzungsschwere
 - häufig Kombinationsverletzung, v.a. mit Verletzung der posterolateralen Strukturen (laterales Kollateralband, M. popliteus, Lig. popliteofibulare) vergesellschaftet [50]
 - je nach Gewalteinwirkung auf das Kniegelenk von isolierter hinterer Kreuzbandruptur bis zur Komplexverletzung
- Epidemiologie
 - Inzidenz: ca. 5.000 hintere Kreuzbandrupturen (HKB-Rupturen) pro Jahr in Deutschland (Vorderes Kreuzband ca. 50.000) [53]
 - jährliche Prävalenz 2/100.000 [50]
 - Geschlechterverteilung (♂:♀): 4 zu 1 [61]
 - Alter: ≈32,7 Jahre [43]
 - häufig mit Patellafraktur vergesellschaftet [66]
 - häufig im Rahmen von Multiligamentverletzungen [18, 24]
 - gelegentlich mit Schafffrakturen der unteren Extremität assoziiert (nur 5% - 25%) [12]
 - häufig bei Polytraumatisierten oder Kettenverletzungen mit initial instabilen Schaffverhältnissen übersehen

- reduzierter posteriorer Slope der Tibia gehäuft bei chronischer HKB-Instabilität bzw. HKB-Re-Rupturen [19-21, 48]

1.2 Prävention

- Training der Koordinationsfähigkeit
- optimale Sicherheitssysteme in Fahrzeugen (Gurtstraffer, Sitze, Knieairbag, ausreichend Kniefreiheit)
- optimale Sitzposition
- spezifisches Training zur Vermeidung verletzungsträchtiger Bewegungsmuster
- Eliminierung besonders verletzungsträchtiger Spielzüge aus Trainingsplänen und Spielabläufen
- Aufbau einer adäquaten Beinmuskulatur, insbesondere der Quadrizepsmuskulatur
- Aufwärmen vor Sportausübung
- Vermeiden verletzungsträchtiger Bodenbeläge (Kunstrasen, Teppich, Stein)
- Anpassung der Trainingsprogramme
- Etablierung von spezifischen Präventionsprogrammen

1.3 Lokalisation

- Verlauf des hinteren Kreuzbandes (HKB) von intercondylär medial zur dorsalen Tibia
- tibialer Ansatz ca. 15mm unterhalb der Gelenkfläche
- HKB besteht aus zwei Bündeln [2-4]
 - Anterolaterales Bündel (AL-Bündel)
 - Querschnitt: 43mm^2
 - angespannt in 90° Beugung
 - Posteromediales Bündel (PM-Bündel)
 - Querschnitt: 10mm^2
 - angespannt in 0° Beugung und in leichter Flexion
- Umhüllung mit Synovia, partiell extraartikulär [10]
- intraligamentäre Rupturen (häufig)
- femurnahe/tibianahe intraligamentär Risse (selten)
- tibiale knöcherne Ausrisse (CAVE: Avulsion der dorsalen Hinterkante, nicht Eminentia intercondylaris)
- Partialrupturen im gesamten Bandverlauf möglich

1.4 Typische Begleitverletzungen

- Läsion des medialen/dorsomedialen Kapsel-Bandapparates
- Läsion des lateralen und posterolateralen Kapsel-Bandapparates

- Meniskuläsionen
- Läsion des vorderen Kreuzbandes (CAVE: Luxation)
- Patellafraktur [12]
- Schafffrakturen der unteren Extremität [12, 34]
- Präpatellare Prellmarken/Weichteilverletzung (CAVE: Bursaeröffnung) [5, 55, 63]
- Gefäß- (18% (range: 3,3-64%)) oder Nervenverletzung (ca. 25%) v.a. bei Luxation [6, 17, 18, 24, 38, 41, 44]

1.5 Klassifikationen

Klassifikation nach Cooper [9]

Grad	Ausmaß der Verletzung
I	Isolierte HKB-Läsion oder Läsion der posterolateralen Ecke
II	Kombinierte Verletzung: HKB und posterolaterale Ecke mit stabilen Kollateralbändern in Streckstellung
III	Kombinierte Verletzung: HKB und posterolaterale Ecke mit instabilen Kollateralbändern in Streckstellung

Klassifikation nach Harner [22]

Grad	Hintere Schublade [mm]	Hintere Schublade in Innenrotation	Varus-instabilität	Diagnose	Therapie
A	<5	abnehmend	-	HKB isoliert	Physiotherapie
B	5-10	gleich/abnehmend	-	HKB isoliert	OP, wenn Symptome
C	10-15	gleich/zunehmend	±	kombiniert	OP
D	>15	zunehmend	+	kombiniert	OP

Quantifizierung des Ausmaßes der hinteren Schublade [5]

Grad	Hintere Translation des Tibiaplateaus [mm]	Tibiaplateau relativ zur medialen Femurcondyle
I	0 - 5	anterior
II	6 - 10	gleich
III	>10	posterior

Abhängig vom Alter der Verletzung [63]

Akut	< 3 Wochen
Subakut	3 Wochen bis 3 Monate
Chronisch	3 Monate bis 5 Jahre
Langzeit	> 5 Jahre

Quantifizierung der Instabilität in Stressaufnahmen [28, 29]

Grad	Ausmaß der Dorsaltranslation [mm]
I	3 - 5
II	6 - 10
III	>10

2 Präklinisches Management

2.1 Analyse des Unfallhergangs

- Sensibilisierung bei
 - o ventralem Anprall am Unterschenkel [33, 39]
 - o Hämatom oder Schmerz in der Kniekehle
 - o Patellafrakturen (v.a. distaler Pol) [66]
 - o Schafffrakturen der unteren Extremität
 - o Polytrauma

2.2 Notfallmaßnahmen

- Vermeiden weiterer Belastung des Kniegelenks
- Kühlung des Gelenks unter Vermeidung lokaler Kälteschäden
- Schienung des Beines bei schmerzhafter Instabilität
- Klinisch Knieluxation ausschließen
- Analgesie
- Überprüfung der Durchblutung, Motorik, Sensibilität

2.3 Dokumentation

- Unfallzeit
- Unfallablauf (Luxation möglich?)
- Untersuchungsbefund
 - o Gelenkerguss (nicht zwingend bei HKB-Ruptur)
 - o Prellmarken
 - o Hämatom Kniekehle
 - o Funktionszustand / Funktionsbeeinträchtigung
 - o Schmerzen
 - o Periphere Durchblutung, Motorik, Sensibilität
- Rupturknacken
- Zerreißungsgefühl

3 Anamnese

3.1 Analyse des Verletzungsmechanismus

Anamnese im Akutfall

- Unfallmechanismus rekonstruieren

- Repositionsmanöver nach dem Unfall (DD Knieluxation, DD Patellaluxation)
- Vorschäden
- funktionelle Situation vor dem Unfall
- Beruf
- soziale Situation
- gesetzlich versicherter Unfall

Anamnese bei späterer Vorstellung

- Unfallmechanismus rekonstruieren
- Prellmarken/Schürfwunden/offene Verletzungen im Rahmen des Unfalls
- Repositionsmanöver nach dem Unfall (DD Knieluxation, DD Patellaluxation)
- Zeitpunkt des Auftretens der Schwellung/Erguss
- Vorschäden
- Vorerkrankungen
- funktionelle Situation vor dem Unfall
- aktuelle Beschwerden
 - o Instabilität
 - o ventraler Knieschmerz
- Beruf
- gesetzlich versicherter Unfall
- soziale Situation

Verletzungsmechanismus

- häufig äußere Einwirkung im Sinne eines Anpralltraumas mit ventraler Tibia
- seltener Knieverdreh- oder Hyperextensionstrauma

3.2 Gesetzliche Unfallversicherung

- In Deutschland muss bei allen Arbeitsunfällen, bei Unfällen auf dem Weg von und zur Arbeit, bei Unfällen in Zusammenhang mit Studium, Schule und Kindergarten sowie allen anderen gesetzlich versicherten Tätigkeiten - einschließlich aller ihrer Folgen - eine Unfallmeldung durch den Arbeitgeber erfolgen, wenn der Unfall eine Arbeitsunfähigkeit von mehr als drei Kalendertagen oder den Tod zur Folge hat.
- In Österreich muss diese Meldung in jedem Fall erfolgen.
- Diese Patienten müssen in Deutschland einem zum Durchgangsarztverfahren zugelassenen Arzt vorgestellt werden. Dieser entscheidet über die Einleitung eines bg-lichen Heilverfahrens.
- Die weitere Behandlung muss zum frühestmöglichen Zeitpunkt in einer von der DGUV zugelassenen Einrichtung erfolgen, abgestuft nach DAV, VAV und SAV.
- Bei allen späteren Unfallfolgen und Folgeerkrankungen muss das bg-liche Heilverfahren wieder aufgenommen werden.

- Nach dem Verletzungsartenverzeichnis der DGUV (Stand 1.7.2018) sind folgende Verletzungen des Hinteren Kreuzbands in SAV zugelassenen Kliniken zu behandeln:
 - 7.10 SAV: alle Verletzungen des hinteren Kreuzbandes
 - 11.1-5 SAV: Komplikationen

3.3 Vorerkrankungen und Verletzungen

- Arthrose
- Traumatische Vorschäden
 - o Bandinstabilitäten (z.B. laterales Kollateralband)
- Gelenkerguss
- vorderer Knieschmerz
- Ausfallzeiten
- Giving way
- Voroperationen
- Meniskusverletzungen
- Immobilisierung
- Ausübung kniebandgefährdender Sportarten
- Rheumatische Erkrankungen
- neurogene Vorerkrankungen
- Allergien
- Thrombose
- allgemeine Gelenkerkrankungen

3.4 Wichtige Begleitumstände

- Andere Verletzungen
- Voroperationen
- Intraartikuläre Injektionen
- Vorausgegangene Thrombosen und Embolien
- Vorausgegangene gefäßchirurgische Eingriffe
- Einnahme gerinnungsrelevanter Medikamente (z.B. ASS, Hormonsubstitution)
- Allergien
- Adipositas
- Beinachsen-, Längenabweichung
- Medikamente
- Alkoholkonsum
- Drogenkonsum

3.5 Symptome

- Akut
 - o Kniekehlschmerz
 - o Zerreißungsgefühl beim Unfallereignis
 - o Gelenkerguss optional
 - o Instabilitätsgefühl optional
 - o Hämatom Kniekehle / Wade
 - o Verschiebegefühl Oberschenkel gegen Unterschenkel
 - o Kapselschmerz
 - o Streck- und Beugehemmung
 - o Pseudoblockade
- Chronisch
 - o vorderer Knieschmerz (CAVE: übersehene HKB-Ruptur)
 - o medialer Knieschmerz
 - o unspezifische Beschwerden
 - o Instabilitätsgefühl (optional, da bei isolierter HKB-Ruptur Instabilität in tiefer Beugung)
 - o Leistungsverlust

4 Diagnostik

4.1 Notwendige Untersuchungen

Klinische Untersuchung, Inspektion und Palpation

- Prellmarke ventrale Tibia
- Hämatom Kniekehle/Wade
- Ergusspalpation
- Palpation knöcherner Landmarken und Bandansätze
- Schubladentest (hohe Sensitivität und Spezifität) [49]
- Dorsaler Durchhangtest / Tibial-step-off-Test [8]
- Reversed Pivot shift (eher im chronischen Fall)
- Ausschluss von Begleitverletzungen:
 - o Stabilitätsprüfung Kollateralbänder
 - o Stabilitätsprüfung vorderes Kreuzband (Lachman, Schublade, Pivot-shift)
 - o Dial-Test (Posterolaterale Instabilität) [42]
 - o Meniskustests
 - o Aktive und passive Bewegungsprüfung auch gg. Widerstand (Ruptur Streckapparat?)

- CAVE: Deutlich positiver Lachman-Test mit endgradig festem Anschlag kann für HKB-Ruptur sprechen
- Kollateralbänder und Kapsel
 - o Mediale/laterale Aufklappbarkeit in 0° und 20°
 - o Dial-Test in 30°, 60°, 90°
 - o Rotationsschubladentest in Innen- und Außenrotation

Bemerkungen zur klinischen Untersuchung

- Stabilitätsprüfung im Seitenvergleich
- bei schlechter Untersuchbarkeit wegen frischer Verletzung, Wiederholung der klinischen Untersuchung in wenigen Tagen
- Laboruntersuchungen unter Berücksichtigung von Alter und Begleiterkrankungen des Patienten

Bildgebung bei frischer Verletzung

- Röntgen zum Frakturausschluss:
 - o Kniegelenk in 2 Ebenen sowie Patella axial
ggf. CT
 - o Tibiale Avulsion des HKB-Ansatzes auch bei Erwachsenen häufig
- MRT:
 - o akute HKB-Ruptur: Sensitivität nahezu 100% [55]
 - o Begleitverletzungen
- CT bei Verdacht auf knöcherne Ausrisse:
Tibiale Avulsion des HKB-Ansatzes auch bei Erwachsenen häufig

Bildgebung im späteren Verlauf

- Gelenkstatus:
Knie in 2 Ebenen sowie Patella axial
MRT (CAVE: Verheiltes HKB in Elongation mit effektiver Instabilität)

4.2 Fakultative Diagnostik

- Sonographie

4.3 Ergänzende Diagnostik

- Objektivierung der Instabilität im akuten (1-2 Wochen) und chronischen Fall sowie Therapieentscheidung (Grad I°: 3-5mm, Grad II°: 6-10mm, Grad III°: >10mm) [28, 29]:
Gehaltene Stressaufnahmen in vorderer und hinterer Schublade nach Scheuba im Seitenvergleich [54, 61]

- Seitendifferenz von 3-5mm in hinterer Schublade spricht für HKB-Ruptur [63]
- Translation >8mm: beweisend für HKB-Ruptur [55]
- Translation >12mm: beweisend für Kombinationsverletzung [26, 32]
- Gefäßdiagnostik bei v.a. stattgehabte Luxation [6, 38, 41, 44]
- Quantifizierung des posterioren Slopes der Tibia im seitlichen Röntgen des gesamten Unterschenkels sollte v.a. bei HKB-Re-Rupturen erwogen werden [19-21, 48]

Keine Stressaufnahmen in den Wochen 3-12 nach Verletzung bzw. während der konservativen Therapie (vulnerable Phase)

Empfehlung von Leitlinienkommission

4.4 Nicht erforderlich

- diagnostische Arthroskopie

4.5 Diagnostische Schwierigkeiten

- Erkennen der HKB-Verletzung bei Polytrauma
- Erkennen der HKB-Ruptur bei Bagatell-Weichteilverletzung
- Erkennen des knöchernen HKB-Ausrisses im Röntgen
- Erkennen der HKB-Verletzung bei Ober- oder Unterschenkelfraktur
- Erkennen der HKB-Ruptur als Ursache des vorderen Knieschmerzes
- Erkennen einer Ruptur beider Kreuzbänder
- Verwechslung mit einer vorderen Kreuzbandruptur in der klinischen Untersuchung
- Verwechslung mit vorderer Kreuzbandruptur/-elongation in der Arthroskopie
- Erkennen von zusätzlicher Kollateralbandverletzungen, speziell lateral
- Erkennen zusätzlicher Meniskus- und Knorpelverletzungen
- Erkennen zusätzlicher Frakturen
- Erkennen zusätzlicher Verletzungen der Patella
- Erkennen einer chronischen HKB-Instabilität trotz intaktem HKB im MRT
- Erkennen der fixierten hinteren Schublade

Eine begleitende HKB-Ruptur kann bei Frakturen von Femur, Tibia oder Patella auf Grund der initialen knöchernen Instabilität häufig nicht erkannt werden. Eine klinische Untersuchung ist meist nur in Narkose im Rahmen der Osteosynthese möglich. Diese sollte bei Frakturen der langen Röhrenknochen bzw. der Patella intraoperativ durchgeführt werden.

Empfehlung von Leitlinienkommission

CAVE: Nur indirekte Zeichen der HKB-Ruptur im arthroskopischen Befund durch Kinking des VKB („Sloppy ACL“) [14]

Empfehlung von Leitlinienkommission

4.6 Differenzialdiagnose

- vordere Kreuzbandruptur
- Kollateralbandruptur
- Patellaluxation
- Knieluxation
- Tibiakopffraktur
- knöcherner HKB-Ausriss /Avulsion
- distale Femurfraktur
- Aplasie des hinteren Kreuzbandes

5 Klinische Erstversorgung

5.1 Klinisches Management

- Re-Evaluation des Unfallereignisses und des Erstbefundes
- Klassifizierung der Verletzung [22]
- Erfassung klinischer Zeichen von Begleitverletzungen
 - o Meniskus
 - o Knorpelschaden
- Zügige Herbeiführung der Diagnose und ggf. Einleitung der Therapie essenziell

5.2 Allgemeines Maßnahmen

- Abschwellende Maßnahmen
 - o Schonung
 - o Hochlagerung
 - o Kühlung

- Thromboseprophylaxe individuell (siehe S3-Leitlinie VTE)
- Analgesie bei Bedarf
- Gehstützen bei Bedarf

5.3 Spezielle Maßnahmen

- spezielle Orthese zur Aufhebung der hinteren Schublade bei instabiler Komplexverletzung bzw. sicherer Diagnose einer frischen HKB-Verletzung
- Punktion nur bei sehr starker Ergussbildung
- Einleitung physiotherapeutischer Maßnahmen
 - o Gangschulung mit Schiene und Gehstützen
 - o Lymphdrainage unter Aufhebung der hinteren Schublade bei der Lagerung
 - o Spezielles Muskeltraining (Aufbau der HKB-Agonisten)

6 Indikation zur definitiven Therapie

Das Therapieregime nach gesicherter HKB-Ruptur wird weiterhin diskutiert. Es gibt multiple Konzepte bzw. Entscheidungs-Algorithmen, die jedoch nicht evidenzbasiert sind [5, 33, 55].

Ältere Studien zeigen eine relative Gleichwertigkeit der konservativen und operativen Behandlung [16, 57]. Neuere Studien geben Tendenzen zum besseren Outcome nach operativen Vorgehen an [1].

Da die nicht operative Therapie bei der isolierten HKB-Ruptur einen hohen Stellenwert hat und diese nur bei zeitnahe Einleiten nach der Verletzung erfolgreich sein kann, ist eine rasche Diagnosestellung essenziell. Daher wird bei Verdacht auf HKB-Ruptur eine zeitnahe bildgebende Diagnostik (Stressaufnahmen und MRT) empfohlen.

Empfehlung von Leitlinienkommission

6.1 Nicht operative Therapie

- allgemeine und lokale Kontraindikationen gegen die Operation
- Patienten mit geringer Instabilität (<8mm in Stressaufnahme wird diskutiert) [33, 37, 39, 56, 57]
- isolierte Läsion des HKB [55]
- nicht dislozierter, knöcherner HKB-Ausriss [63]

zusätzliche Entscheidungskriterien:

- geringe Belastungsanforderungen
- Bereitschaft, das Aktivitätsniveau zu verringern
- wenig kniebelastende Sportarten
- höheres biologisches Alter (eine generelle Altersbeschränkung für eine Kreuzbandrekonstruktion besteht nicht!)
- vorbestehende Arthrose (ggf. Osteotomie, s. alternative Verfahren)

6.2 Operative Therapie

- Akut
 - o HKB-Ruptur assoziiert mit Außenbandruptur, Verletzung des posterolateralen Bandkomplexes oder Innenbandruptur [17, 55, 63]
 - o Multi-Ligament-Verletzungen
 - o Dorsaltranslation in der Stressaufnahme > 10mm wird als Indikation diskutiert, da nicht von isolierter HKB auszugehen ist [5, 17, 55]
 - o dislozierter knöcherner HKB-Ausriss [63]
- Chronisch
 - o Subjektive Instabilität
 - o Versagen der konservativen Therapie [5]
 - o Dorsaltranslation in der Stressaufnahme mehr als 10mm wird als Indikation diskutiert [17, 55]
 - o HKB-Ruptur assoziiert mit Außen-/Innenband-Instabilität
 - o HKB-Ruptur assoziiert mit posterolateraler Instabilität [17]
 - o Multi-Ligament-Verletzungen
 - o Therapieresistenter vorderer Knieschmerz und vermehrte Dorsal-Translation wird diskutiert
 - o Instabilitätsbedingter Knorpelschaden

6.3 Stationär oder ambulant

- stationär sinnvoll, da komplexe Nachbehandlung erforderlich
- ambulant möglich

7 Therapie nicht operativ

Im Gegensatz zur Ruptur des vorderen Kreuzbandes ist selbst beim aktiven jungen Patienten die konservative Behandlung v.a. einer isolierten hinteren Kreuzbandläsion eine legitime oder gar Option der Wahl [55]. Wichtig ist eine frühzeitige Diagnosestellung und Einleitung einer adäquaten Orthesenbehandlung.

Genereller Konsens herrscht darüber, dass die Nachbehandlung nach hinterer Kreuzbandruptur deutlich zurückhaltender durchzuführen ist, als die nach der vorderen Kreuzbandruptur. Evidenzbasierte Nachbehandlungsschemata existieren nicht [47].

Im Rahmen dieser Darstellung können nur konsistente Tendenzen zusammengefasst werden, die ein geringes Evidenzlevel einer Expertenmeinung haben.

7.1 Logistik

- Zeitnahe Versorgung mit HKB-Schiene und -Orthese.

7.2 Begleitende Maßnahmen

- Thromboseprophylaxe individuell (siehe S3-Leitlinie VTE-Prophylaxe)
- Antiphlogistische Maßnahmen
- Punktion nur bei starker Ergussbildung
- Bei Bedarf Schmerztherapie
- Begleitende Physiotherapie

7.3 Häufigste Verfahren

- Immobilisierung
 - o fixierende Orthese
 - o Bewegungsschienen mit Wadenpad zur Aufhebung der hinteren Schublade
 - o Generelles:
Keine Evidenz, aber zurückhaltende Nachbehandlung. In ersten 6 Wochen Schiene auf 0° fest, oder 0/0/20° Beugung [47, 55, 63]. Orthese insgesamt mindestens 12 Wochen.
 - o Abnahme der Orthese nur in Bauchlage, unter Anspannung des Quadrizeps oder unter ständiger Unterstützung der Wade zur Aufhebung der hinteren Schublade.
- Mobilisierung an Unterarmgehstützen in der Orthese
 - o Konservativ: mit Abrollbelastung (15-20kg)
 - o Operativ geplant: schmerzadaptierte Belastung

- Kryotherapie
- Lymphdrainage bei Ödem
- Kräftigung der Quadrizepsmuskulatur

7.4 Alternative Verfahren

- Mehrdimensionale Umstellungsosteotomie der Tibia mit Erhöhung des tibialen posterioren Slopes (v.a. bei zusätzlich bestehender Arthrose und/oder Versagen der HKB-Plastik [19-21, 48, 51, 55])

7.5 Seltene Verfahren

Entfällt

7.6 Zeitpunkt

- Beginn sofort

7.7 Weitere Behandlung

- Bewegungstraining (aktiv und passiv)
- Belastung
- Koordinations- und Propriozeptionstraining
- Muskelaufbau

Im Lauf der Behandlung Überprüfung der subjektiven und objektiven Gelenksstatus, evtl. doch Indikation zum operativen Vorgehen

7.8 Risiken und Komplikationen

- Ergussbildung
- Thrombose
- Embolie
- Infektion (v.a. nach vorangegangener Punktion)
- Persistierende Bewegungseinschränkung
- Therapieresistenter vorderer Knieschmerz
- Instabilität
- Blockaden
- Bewegungseinschränkung
- Kraftminderung

- Meniskusschaden
- Knorpelschaden
- Arthrose
- Synovialitis
- Insertionstendinopathien (v.a. Patellaspitzensyndrom)

8 Therapie operativ

Ziel der operativen Behandlung ist die Reduktion der translatorischen Instabilität und Symptombefreiheit im Alltag sowie beim Sport. Eine Senkung der Arthroserate durch HKB-Plastik ist bisher nicht nachgewiesen.

8.1 Logistik

- Vollständige Arthroskopieeinrichtung
- Arthroskopisches OP-Instrumentarium
- Vollständiges OP-Instrumentarium für offene und arthroskopische Kreuzbändeingriffe, einschließlich Kreuzbandersatz
- Instrumente für intraoperative Komplikationen
- Instrumente und Implantate für Meniskus- und osteochondrale Eingriffe

8.2 Perioperative Maßnahmen

- Aufklärung über die Therapie, deren Alternativverfahren sowie über Risiken und Prognose
- Thromboseprophylaxe (siehe S3-Leitlinie VTE-Prophylaxe)
- Antibiotikaprophylaxe perioperativ

8.3 Häufigste Verfahren

8.3.1 Isolierte Ruptur des hinteren Kreuzbandes

Ersatz des hinteren Kreuzbandes durch ein freies mehrsträngiges Sehnenransplantat

- aus der Pes-anserinus-Gruppe (Semitendinosussehne oder Semitendinosus- und Gracilissehne)
- eher nicht Patella- oder Quadrizepssehne: Schwächung der Agonisten des HKB [55]

- bei medialer Instabilität eher Sehnen von der Gegenseite verwenden [55]
- Transplantatlänge ca. 10-12 cm [55, 63]
- anatomisch genaue und mechanisch stabile Implantation
- HKB verhält sich nicht isometrisch
- arthroskopische Technik
- ergänzende Maßnahmen (optional):
 - o Ggf. Meniskusrefixation oder Teilresektion
 - o instrumentelle Hilfen (Durchleuchtung, Spannungsmessung, Navigation)

8.3.2 Ruptur des hinteren Kreuzbandes und des Außenseitenbandes und/oder des posterolateralen Komplexes

- Ersatz des hinteren Kreuzbandes durch autologes freies Transplantat (s.o.)
- Augmentation des ASB mit Pes anserinus Sehne z.B. nach Larson
- ggf. posterolaterale Stabilisierung (multiple Methoden vorgestellt, keine Evidenz) [17]
- meist Verwendung von Sehnen der Gegenseite

8.3.3 Dislozierter knöcherner HKB-Ausriss

Großes disloziertes Fragment

- Schraubenosteosynthese [63]
- Optionen:
 - o offen
 - o arthroskopisch
 - o anterograd
 - o retrograd

Kleines disloziertes Fragment [63]

- transossäre Ausziehnähte
- Ankerrefixation
- Optionen:
 - o offen
 - o arthroskopisch

8.3.4 Ruptur des hinteren Kreuzbandes mit anderen Kniebinnenschäden

- Meniskusrefixation oder -teilresektion
- Knorpelchirurgische Maßnahmen

8.3.5 Schwerer lokaler Weichteilschaden, Gelenkluxation mit Weichteil- und/oder Gefäß/Nervenschäden und Multiligament-Verletzungen

- Individuelle Therapie
- ggf. Gelenküberbrückende externe Fixation
- häufig mehrzeitiges Vorgehen

8.4 Alternative Verfahren

- Verwendung des mittleren Drittels der Quadrizepssehne als freies Transplantat
CAVE: Schwächung der HKB-Agonisten, daher eher von der Gegenseite.
- Verwendung des mittleren Drittels des Lig. Patellae und seiner Knochenansätze als freies Transplantat
CAVE: 1. Schwächung der HKB-Agonisten, daher eher von der Gegenseite; 2. Häufig zu kurzes Augment
- Verwendung der Sehnen der Gegenseite v.a. bei Multiligamentverletzung oder Rezidiv
- Sehnenallograft

8.5 Seltene Verfahren

- Einzeitige Rekonstruktion des Bandapparates bei akuten Multiligamentverletzungen durch Ausziehnähte und ggf. schützende Fäden (Ligament-Bracing) [23, 24]
- Refixation der frischen, isolierten HKB-Ruptur (CAVE: schlechte Ergebnisse in älteren Studien) [11, 35, 52]
- mehrdimensionale Umstellungsosteotomie der Tibia mit Erhöhung des tibialen posterioren Slopes (v.a. bei zusätzlich bestehender Arthrose und/oder Versagen der HKB-Plastik [19-21, 48, 51, 55])

8.6 Zeitpunkt

Eine evidenzbasierte Aussage zum optimalen Operationszeitpunkt ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich. Es können lediglich Empfehlungen gegeben werden.

Chronische Instabilität

Bei chronischer Instabilität ist der Zeitpunkt frei wählbar, da eine konstante Situation besteht.

Akute Instabilität

Dringliche Operation:

- dislozierter, knöcherner Ausriss des hinteren Kreuzbandes
- osteochondrale Verletzung
- eingeklemmter Meniskusriss
- Multiligament-Verletzungen

Elektive Operation:

- nach Abklingen der akuten Inflammationsphase bei ausreichender Streck- und Beugefähigkeit

8.7 Postoperative Behandlung

Bezüglich der postoperativen Behandlung besteht keine belastbare Evidenzlage. Einigkeit besteht lediglich darin, dass die Behandlung zurückhaltender als nach VKB-Plastik sein sollte [47, 55, 63].

- Anspannungsübungen des Quadrizeps in Streckstellung ab sofort
- Kryotherapie
- frühzeitige Bewegungstherapie in Schiene/Orthese mit Unterarmgehstützen
- Krankengymnastik
- Koordinationsübungen
- Thromboseprophylaxe (siehe S3-Leitlinie VTE)
- Antiphlogistika
- postoperativ Lagerung in Schiene mit Waden-Pad
- Alternative: HKB-Orthese mit aktiver Wadenunterstützung, 0/0/20° für 6 Wochen, dann 0/0/90° 6 Wochen
- Abrollbelastung für mindestens 6 Wochen (inkonsistente Datenlage)
- Mobilisierung in Bauchlage unter Anspannung des Quadrizeps (ab wann und wie weit: inkonsistente Datenlage)

8.8 Risiken und Frühkomplikationen

- Ergussbildung
- tiefe Beinvenen-Thrombose
- Embolie
- Nachblutung
- Infekt
- Nervenverletzung/Sensibilitätsstörung
- Gefäßverletzung intraoperativ

- Ausriss oder Lockerung der Transplantatverankerung
- Ruptur des Transplantats
- Arthroseentwicklung auch bei suffizienter Stabilisierung möglich
- intraoperative oder postoperative Patellafraktur (bei Verwendung eines Patellarsehnen- oder Quadrizepssehnentransplantats)
- Verstärktes Gelenkreiben
- Behinderung beim Knien
- Kniescheibenschmerzen
- Meniskusschaden
- Flüssigkeitsaustritt/Kompartmentsyndrom
- verbleibende oder zunehmende Instabilität
- Bewegungseinschränkung
- Kraftminderung
- Blockaden
- Fremdkörperreaktion
- Arthrofibrose
- CRPS (Chronisches regionales Schmerzsyndrom)
- gestörte Rehabilitation bei ungenügender Mitarbeit des Patienten
- gestörte Rehabilitation bei Übertherapie

9 Weiterbehandlung

9.1 Rehabilitation

Insgesamt niedriges Evidenzniveau. Unten genannte Empfehlung anhand der vorhandenen Review-Artikel zusammengestellt. Es werden die konsistenten Tendenzen dargestellt.

- Intensive Physiotherapie, Koordinationstraining
- Belastungsaufbau ab 7. postoperative Woche
- übliche Behandlungsdauer 12-16 Wochen
- Kniebelastende Sportarten / schwere kniebelastende Tätigkeiten frühestens nach 6 – 9 Monaten [55]

9.2 Kontrollen

- Klinische Kontrollen für 12-16 Wochen
- Stabilitäts-/Erfolgskontrolle mittels Stressaufnahmen in hinterer Schublade in 90°

- im streng seitlichen Strahlengang fakultativ frühestens nach 12 Wochen
- MRT nur bei gestörtem Verlauf

9.3 Implantatentfernung

- im Allgemeinen nicht notwendig
- nur Indiziert bei implantatbezogenen Schmerzen

9.4 Spätkomplikationen

- Transplantatversagen
- Instabilität
- Arthrofibrose
- CRPS (Chron. Regionäres Schmerzsyndrom)
- vorderes Knieschmerzsyndrom
- Meniskusläsion mit und ohne Restinstabilität
- Knorpelschäden und Arthrose [50, 56, 63, 65]
- Chronische Synovialitis

9.5 Mögliche Dauerfolgen

Langzeitfolgen ohne Behandlung („Natural history“):

- symptomatische Gonarthrose
 - Arthroserate nicht exakt bekannt, aber erhöht [5, 31]
 - v.a. im medialen Kompartiment und retropatellar [7, 25, 27, 59, 60, 62]
 - Erhöhung des Drucks auf den Knorpel v.a. retropatellar [50, 58]
 - Meniskusläsionen
- selten Instabilität im Vordergrund
 - eher bei Kombinationsverletzungen
- Meniskusschäden
- Bewegungseinschränkung
- Kraftminderung
- Umfangsdefizit der Muskulatur

10 Klinisch-wissenschaftliche Ergebnis-Scores

- Knee Society Score
- IKDC-II Score

- AOSSM Outcome Scale
- Tegner Activity Index [64]
- Lysholm-Score [36]
- OAK-Score [40]
- Self Assessment [15]

11 Prognose

- Senkung der Arthroserate durch die HKB-Plastik ist nicht nachgewiesen [5, 39, 55]
- abhängig von primärer Instabilität / Konstitutionstyp / Begleitverletzungen
- hohe Heilungspotenz auch bei konservativer Therapie [33, 55]
- höheres Heilungspotenzial als das vordere Kreuzband (VKB) wegen der günstigeren Blutversorgung [16, 45-47, 55, 56]
- unklare Evidenzlage in Bezug auf den Vergleich konservativ gg. operativ [5, 33, 55]
- laut älteren Studien korrelieren klinische Scores auch langfristig nicht mit dem Ausmaß der Insuffizienz [16, 55, 57]
- neuere Studien zeigen signifikant bessere Stabilität und Funktion nach operativer Versorgung im Vergleich zur konservativen Behandlung [1]

12 Prävention von Folgeschäden

- Reduktion von Rezidivverletzungen und Folgeschäden bei operativer und konservativer Behandlung durch Muskelaufbau und Koordinationstraining
- Erhalt eines guten Muskelstatus durch langfristiges, eigenständiges Üben
- bei erneuter relevanter Instabilität nach operativer oder konservativer Behandlung frühzeitige Operation oder Re-Operation
- kein wissenschaftlich nachgewiesener Schutz durch Tragen einer mechanisch stabilisierenden Orthese
- Verwendung eines Kniestrumpfes oder einer Kniebandage kann die Propriozeption verbessern [30]

13 Literaturverzeichnis

1. Ahn, S., et al., *Does surgical reconstruction produce better stability than conservative treatment in the isolated PCL injuries?* Arch Orthop Trauma Surg, 2016. **136**(6): p. 811-9.
2. Amis, A.A., et al., *Biomechanics of the PCL and related structures: posterolateral, posteromedial and meniscofemoral ligaments.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2003. **11**(5): p. 271-81.
3. Amis, A.A., et al., *Anatomy of the posterior cruciate ligament and the meniscofemoral ligaments.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2006. **14**(3): p. 257-63.
4. Anderson, C.J., et al., *Arthroscopically pertinent anatomy of the anterolateral and posteromedial bundles of the posterior cruciate ligament.* J Bone Joint Surg Am, 2012. **94**(21): p. 1936-45.
5. Bedi, A., V. Musahl, and J.B. Cowan, *Management of Posterior Cruciate Ligament Injuries: An Evidence-Based Review.* J Am Acad Orthop Surg, 2016. **24**(5): p. 277-89.
6. Boyce, R.H., K. Singh, and W.T. Obremsky, *Acute Management of Traumatic Knee Dislocations for the Generalist.* J Am Acad Orthop Surg, 2015. **23**(12): p. 761-8.
7. Boynton, M.D. and B.R. Tietjens, *Long-term followup of the untreated isolated posterior cruciate ligament-deficient knee.* Am J Sports Med, 1996. **24**(3): p. 306-10.
8. Buckup, K., J. Buckup, and H.H. Paessler, *Clinical tests for the musculoskeletal system : examinations, signs, phenomena.* Third edition. ed. 2016, Stuttgart ; New York: Thieme. p.
9. Cooper, D., *Classification of PCL injury patterns,* in *Int PCL Study Groupe Dijon.* 1995: France.
10. Covey, D.C. and A.A. Sapega, *Anatomy and function of the posterior cruciate ligament.* Clin Sports Med, 1994. **13**(3): p. 509-18.
11. Difelice, G.S., M. Lissy, and P. Haynes, *Surgical technique: when to arthroscopically repair the torn posterior cruciate ligament.* Clin Orthop Relat Res, 2012. **470**(3): p. 861-8.
12. Emami Meybodi, M.K., et al., *Concomitant ligamentous and meniscal knee injuries in femoral shaft fracture.* J Orthop Traumatol, 2014. **15**(1): p. 35-9.
13. Fanelli, G.C. and C.J. Edson, *Posterior cruciate ligament injuries in trauma patients: Part II.* Arthroscopy, 1995. **11**(5): p. 526-9.
14. Fanelli, G.C., B.F. Giannotti, and C.J. Edson, *The posterior cruciate ligament arthroscopic evaluation and treatment.* Arthroscopy, 1994. **10**(6): p. 673-88.
15. Flandry, F., et al., *Analysis of subjective knee complaints using visual analog scales.* Am J Sports Med, 1991. **19**(2): p. 112-8.
16. Fowler, P.J. and S.S. Messieh, *Isolated posterior cruciate ligament injuries in athletes.* Am J Sports Med, 1987. **15**(6): p. 553-7.
17. Frosch, K.H., M. Krause, and R. Akoto, *Posterolaterale Instabilitäten am Kniegelenk.* Arthroscopie, 2018.
18. Frosch, K.H., et al., *Primary ligament sutures as a treatment option of knee dislocations: a meta-analysis.* Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013. **21**(7): p. 1502-9.
19. Giffin, J.R. and F.J. Shannon, *The role of the high tibial osteotomy in the unstable knee.* Sports Med Arthrosc Rev, 2007. **15**(1): p. 23-31.

20. Giffin, J.R., et al., *Importance of tibial slope for stability of the posterior cruciate ligament deficient knee*. Am J Sports Med, 2007. **35**(9): p. 1443-9.
21. Gwinner, C., et al., *Tibial Slope Strongly Influences Knee Stability After Posterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Prospective 5- to 15-Year Follow-up*. Am J Sports Med, 2017. **45**(2): p. 355-361.
22. Harner, C.D. and J. Hoher, *Evaluation and treatment of posterior cruciate ligament injuries*. Am J Sports Med, 1998. **26**(3): p. 471-82.
23. Heitmann, M., et al., [*Ligament bracing--augmented cruciate ligament sutures: biomechanical studies of a new treatment concept*]. Unfallchirurg, 2014. **117**(7): p. 650-7.
24. Heitmann, M., et al., [*Ligament bracing--augmented primary suture repair in multiligamentous knee injuries*]. Oper Orthop Traumatol, 2014. **26**(1): p. 19-29.
25. Hermans, S., K. Corten, and J. Bellemans, *Long-term results of isolated anterolateral bundle reconstructions of the posterior cruciate ligament: a 6- to 12-year follow-up study*. Am J Sports Med, 2009. **37**(8): p. 1499-507.
26. Hewett, T.E., F.R. Noyes, and M.D. Lee, *Diagnosis of complete and partial posterior cruciate ligament ruptures. Stress radiography compared with KT-1000 arthrometer and posterior drawer testing*. Am J Sports Med, 1997. **25**(5): p. 648-55.
27. Jackson, W.F., et al., *Endoscopically-assisted single-bundle posterior cruciate ligament reconstruction: results at minimum ten-year follow-up*. J Bone Joint Surg Br, 2008. **90**(10): p. 1328-33.
28. Jacobsen, K., *Stress radiographical measurement of the anteroposterior, medial and lateral stability of the knee joint*. Acta Orthop Scand, 1976. **47**(3): p. 335-4.
29. Jacobsen, K., *Gonylaxometry. Stress radiographic measurement of passive stability in the knee joints of normal subjects and patients with ligament injuries. Accuracy and range of application*. Acta Orthop Scand Suppl, 1981. **194**: p. 1-263.
30. Jerosch, J. and M. Prymka, *Knee joint proprioception in normal volunteers and patients with anterior cruciate ligament tears, taking special account of the effect of a knee bandage*. Arch Orthop Trauma Surg, 1996. **115**(3-4): p. 162-6.
31. Kim, Y.M., C.A. Lee, and M.J. Matava, *Clinical results of arthroscopic single-bundle transtibial posterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review*. Am J Sports Med, 2011. **39**(2): p. 425-34.
32. Kowalczyk, M., et al., *Posterior tibial translation resulting from the posterior drawer manoeuvre in cadaveric knee specimens: a systematic review*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2015. **23**(10): p. 2974-82.
33. LaPrade, C.M., et al., *Emerging Updates on the Posterior Cruciate Ligament: A Review of the Current Literature*. Am J Sports Med, 2015. **43**(12): p. 3077-92.
34. Lee, C.H., et al., *Osseous Injury Associated With Ligamentous Tear of the Knee*. Can Assoc Radiol J, 2016. **67**(4): p. 379-386.
35. Lobenhoffer, P., et al., [*Rupture of the posterior cruciate ligament: status of current treatment*]. Unfallchirurg, 1996. **99**(6): p. 382-99.
36. Lysholm, J. and J. Gillquist, *Evaluation of knee ligament surgery results with special emphasis on use of a scoring scale*. Am J Sports Med, 1982. **10**(3): p. 150-4.
37. Matava, M.J., E. Ellis, and B. Gruber, *Surgical treatment of posterior cruciate ligament tears: an evolving technique*. J Am Acad Orthop Surg, 2009. **17**(7): p. 435-46.

38. Medina, O., et al., *Vascular and nerve injury after knee dislocation: a systematic review*. Clin Orthop Relat Res, 2014. **472**(9): p. 2621-9.
39. Montgomery, S.R., et al., *Surgical management of PCL injuries: indications, techniques, and outcomes*. Curr Rev Musculoskelet Med, 2013. **6**(2): p. 115-23.
40. Muller, W., et al., *OAK knee evaluation. A new way to assess knee ligament injuries*. Clin Orthop Relat Res, 1988(232): p. 37-50.
41. Natsuhara, K.M., et al., *What is the frequency of vascular injury after knee dislocation?* Clin Orthop Relat Res, 2014. **472**(9): p. 2615-20.
42. Noyes, F.R., et al., *Posterior subluxations of the medial and lateral tibiofemoral compartments. An in vitro ligament sectioning study in cadaveric knees*. Am J Sports Med, 1993. **21**(3): p. 407-14.
43. Owesen, C., et al., *Epidemiology of surgically treated posterior cruciate ligament injuries in Scandinavia*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017. **25**(8): p. 2384-2391.
44. Parker, S., et al., *Knee dislocation and vascular injury: 4 year experience at a UK Major Trauma Centre and vascular hub*. Injury, 2016. **47**(3): p. 752-6.
45. Petersen, W. and B. Tillmann, *Blood and lymph supply of the posterior cruciate ligament: a cadaver study*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 1999. **7**(1): p. 42-50.
46. Petersen, W. and B. Tillmann, *Structure and vascularization of the cruciate ligaments of the human knee joint*. Anat Embryol (Berl), 1999. **200**(3): p. 325-34.
47. Pierce, C.M., et al., *Posterior cruciate ligament tears: functional and postoperative rehabilitation*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2013. **21**(5): p. 1071-84.
48. Robin, J.G. and P. Neyret, *High tibial osteotomy in knee laxities: Concepts review and results*. EFORT Open Rev, 2016. **1**(1): p. 3-11.
49. Rubinstein, R.A., Jr., et al., *The accuracy of the clinical examination in the setting of posterior cruciate ligament injuries*. Am J Sports Med, 1994. **22**(4): p. 550-7.
50. Sanders, T.L., et al., *Incidence and long-term follow-up of isolated posterior cruciate ligament tears*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2017. **25**(10): p. 3017-3023.
51. Savarese, E., et al., *Role of high tibial osteotomy in chronic injuries of posterior cruciate ligament and posterolateral corner*. J Orthop Traumatol, 2011. **12**(1): p. 1-17.
52. Schmickal, T., et al., *[Augmented repair as therapy of fresh injury of the posterior cruciate ligament]*. Unfallchirurg, 1999. **102**(10): p. 763-9.
53. Schulz, M.S., et al., *Epidemiology of posterior cruciate ligament injuries*. Arch Orthop Trauma Surg, 2003. **123**(4): p. 186-91.
54. Schulz, M.S., et al., *Distribution of posterior tibial displacement in knees with posterior cruciate ligament tears*. J Bone Joint Surg Am, 2007. **89**(2): p. 332-8.
55. Schuttler, K.F., et al., *[Posterior cruciate ligament injuries]*. Unfallchirurg, 2017. **120**(1): p. 55-68.
56. Shelbourne, K.D., T.J. Davis, and D.V. Patel, *The natural history of acute, isolated, nonoperatively treated posterior cruciate ligament injuries. A prospective study*. Am J Sports Med, 1999. **27**(3): p. 276-83.
57. Shelbourne, K.D. and Y. Muthukaruppan, *Subjective results of nonoperatively treated, acute, isolated posterior cruciate ligament injuries*. Arthroscopy, 2005. **21**(4): p. 457-61.
58. Skyhar, M.J., et al., *The effects of sectioning of the posterior cruciate ligament and the posterolateral complex on the articular contact pressures within the knee*. J Bone Joint Surg Am, 1993. **75**(5): p. 694-9.

59. Song, E.K., et al., *Transtibial versus tibial inlay techniques for posterior cruciate ligament reconstruction: long-term follow-up study*. Am J Sports Med, 2014. **42**(12): p. 2964-71.
60. Song, J.G., et al., *Clinical Outcome of Posterior Cruciate Ligament Reconstruction With and Without Remnant Preservation*. Arthroscopy, 2015. **31**(9): p. 1796-806.
61. Strobel, M.J., A. Weiler, and H.J. Eichhorn, [*Diagnosis and therapy of fresh and chronic posterior cruciate ligament lesions*]. Chirurg, 2000. **71**(9): p. 1066-81.
62. Strobel, M.J., et al., *Fixed posterior subluxation in posterior cruciate ligament-deficient knees: diagnosis and treatment of a new clinical sign*. Am J Sports Med, 2002. **30**(1): p. 32-8.
63. Strobel, M.J. and T. Zantop, *Hinteres Kreuzband*. Arthroskopische Chirurgie - Teil 1: Kniegelenk, ed. M.J. Strobel. Vol. 4. 2014, Berlin Heidelberg: Springer.
64. Tegner, Y. and J. Lysholm, *Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries*. Clin Orthop Relat Res, 1985(198): p. 43-9.
65. Voos, J.E., et al., *Posterior cruciate ligament: anatomy, biomechanics, and outcomes*. Am J Sports Med, 2012. **40**(1): p. 222-31.
66. Yoon, Y.C., et al., *Concomitant posterior cruciate ligament injuries with direct injury-related patellar fractures*. Arch Orthop Trauma Surg, 2016. **136**(6): p. 779-84.

"Die Interessenkonflikt-Erklärungen wurden von jedem Autor und allen Kommissionsmitgliedern auf dem 5-seitigen Formblatt der AWMF eingeholt. Auf diesem Formblatt muss jeder am Ende selbst einschätzen, ob die angegebenen Punkte zu einem Interessenkonflikt führen können. Dies wurde von allen Autoren und Kommissionsmitgliedern schriftlich verneint und unterschrieben. Als Leiter der DGU-Leitlinienkommission habe ich alle Angaben überprüft und bewertet. Danach wurde die beigefügte Tabelle erstellt. gez. Prof. Dr. K.M. Stürmer"

Erstveröffentlichung: 07/2018

Nächste Überprüfung geplant: 07/2023

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online